



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 197 17 411 A 1

⑮ Int. Cl. 6:  
**A 61 B 17/39**  
A 61 B 5/05  
G 01 R 19/00

⑰ Aktenzeichen: 197 17 411.6  
⑱ Anmeldetag: 25. 4. 97  
⑲ Offenlegungstag: 5. 11. 98

⑳ Anmelder:  
Aesculap AG & Co. KG, 78532 Tuttlingen, DE

㉑ Vertreter:  
HOEGER, STELLRECHT & PARTNER  
PATENTANWÄLTE GBR, 70182 Stuttgart

㉒ Erfinder:  
Häberlen, Roland, Dipl.-Ing. (FH), 78573  
Wurmlingen, DE

㉓ Entgegenhaltungen:  
DE 33 06 402 C2  
WO 95 09 577 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**  
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔ Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung der thermischen Belastung des Gewebes eines Patienten

㉕ Um ein Verfahren zur Überwachung der thermischen Belastung des Gewebes eines Patienten im Anlagebereich einer Neutralelektrode einer Hochfrequenzbehandlungseinrichtung zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, daß man den über die Neutralelektrode fließenden HF-Strom mißt, ein dem Quadrat dieses Stromes entsprechendes Signal erzeugt, dieses Signal während der gesamten Behandlungsdauer einem Integrator zuführt und aufintegriert und das erzeugte Integrationssignal als Maß für die thermische Belastung des Gewebes verwendet. Es wird auch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens angegeben.

DE 197 17 411 A 1

DE 197 17 411 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der thermischen Belastung des Gewebes eines Patienten im Anlagebereich einer Neutralelektrode einer Hochfrequenzbehandlungseinrichtung sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

In der Chirurgie werden Hochfrequenzbehandlungseinrichtungen verwendet, um bestimmte Bereiche des Körpers stark zu erwärmen. Hochfrequenzstrom wird dabei über eine Arbeitselektrode einem bestimmten Körperbereich zugeführt, an dem die Behandlung stattfinden soll, über eine Neutralelektrode wird der Hochfrequenzstrom vom Körper wieder der Hochfrequenzeinrichtung zugeführt. Während im Bereich der Arbeitselektrode der Hochfrequenzstrom eine lokale Erwärmung hervorrufen soll, ist dies im Bereich der Neutralelektrode unerwünscht. Aufgrund des Übergangswiderstandes im Anlagebereich der Neutralelektrode am Körper des Patienten ist eine Erwärmung jedoch nicht zu vermeiden und kann unter Umständen zu unerwünschten Gewebeschädigungen führen.

Um diese Erwärmung möglichst gering zu halten, ist es bereits bekannt, die Neutralelektroden großflächig auszubilden und dadurch die Stromdichte im Anlagebereich herabzusetzen.

Es ist weiterhin bekannt, die Leistung eines Hochfrequenzgerätes während der Behandlungsdauer dadurch zu bestimmen, daß die Spannung zwischen den mit dem Körper verbundenen Elektroden einerseits und der über diese Elektroden fließende Strom andererseits bestimmt werden, so daß abhängig von dem Widerstand des in den Stromkreis eingeschalteten Gewebes die jeweils abgegebene Leistung gemessen und zur Regelung der Abgabeleistung der Hochfrequenzeinrichtung verwendet werden kann (WO95/09577). Durch dieses Verfahren ist es möglich, Gewebeänderungen im Behandlungsbereich, beispielsweise durch Verdampfen von Flüssigkeit, zu berücksichtigen, die zu einer Veränderung des Ohm'schen Widerandes des Gewebes und damit auch zu einer Veränderung der im Operationsbereich abgegebenen Leistung führen. Die Wärmeentwicklung im Bereich der Neutralelektrode kann dadurch in keiner Weise bestimmt oder beeinflußt werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem die thermische Belastung des Gewebes eines Patienten im Anlagebereich einer Neutralelektrode einer Hochfrequenzbehandlungseinrichtung bestimmt werden kann.

Diese Aufgabe wird bei einem solchen Verfahren erfundungsgemäß dadurch gelöst, daß man den über die Neutralelektrode fließenden HF-Strom mißt, ein dem Quadrat dieses Stromes entsprechendes Signal erzeugt, dieses Signal während der gesamten Behandlungsdauer einem Integrator zu führt und aufintegriert und das erzeugte Integrationssignal als Maß für die thermische Belastung des Gewebes verwendet.

Das Integrationssignal, das in dieser Weise gewonnen wird, ist ein Maß für die Energie, die während der Behandlungsdauer im Bereich der Neutralelektrode in Wärme umgesetzt wird, denn diese Energie ergibt sich aus einem Produkt aus der Einschaltzeit, dem Übergangswiderstand Neutralelektrode/Körpergewebe und dem Quadrat des Momentanwertes des HF-Stromes in der Neutralelektrode. Dieser Momentanwert des HF-Stromes ändert sich während der Behandlungsdauer abhängig von der jeweiligen Behandlungstätigkeit und den behandelten Gewebeteilen, so daß durch eine Integration der Quadrate des sich ändernden HF-Stromes insgesamt ein Maß zur Verfügung steht für die im Bereich der Neutralelektrode während der gesamten Be-

handlungsdauer erzeugte Wärme.

Der über die Neutralelektrode fließende HF-Strom kann direkt durch eine Strommessung in der Leitung bestimmt werden, die von der Behandlungseinheit zur Neutralelektrode führt.

Es ist aber grundsätzlich auch möglich, die Größe des über die Neutralelektrode fließenden HF-Stromes indirekt zu bestimmen, beispielsweise durch eine Messung des HF-Stromes auf der Primärseite des HF-Stromkreises, also in der Behandlungseinheit selbst, oder durch eine Messung des zur Behandlungseinheit fließenden Versorgungsstromes, es kann sich dabei auch um einen Gleichstrom handeln.

Es ist dabei besonders vorteilhaft, wenn man das Integrationssignal über den gesamten Behandlungszeitraum kontinuierlich reduziert. Diese Reduzierung entspricht einer Abkühlung im Anlagebereich der Neutralelektrode, diese Abkühlung kann durch Wärmeabstrahlung in die Umgebung, durch Wärmeabfuhr durch Körperflüssigkeiten oder durch Wärmeleitung im Körpergewebe erfolgen, sie wird während der gesamten Behandlungsdauer stattfinden, so daß es sinnvoll ist, das in der oben beschriebenen Weise erzeugte Integrationssignal während der gesamten Behandlungsdauer kontinuierlich zu erniedrigen, um dieser Abkühlung Rechnung zu tragen.

Bei kann in einer ersten Ausführungsform vorgesehen sein, daß man das Integrationssignal pro Zeiteinheit um einen gleichbleibenden Betrag reduziert, dies entspricht der angenäherten Annahme, daß die Wärmeabfuhr im Anlagebereich der Neutralelektrode über den Zeitraum konstant erfolgt. Es kann aber auch vorgesehen sein, daß man das Integrationssignal pro Zeiteinheit um einen Betrag reduziert, der dem Integrationssignal zu Beginn der Zeiteinheit proportional ist. Dies würde der Tatsache Rechnung tragen, daß die Wärmeabfuhr im Anlagebereich der Neutralelektrode tatsächlich der erreichten Temperatur in diesem Bereich proportional ist, also höher ausfällt, wenn die Erwärmung in diesem Bereich größer ist, und dies wird durch das Integrationssignal repräsentiert.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, daß man die Größe des dem Quadrat des HF-Stromes entsprechenden Signals und/oder die Größe des Integrationssignals während des Behandlungszeitraumes einem Datenspeicher zuführt und in bestimmten Zeitabständen speichert. Auf diese Weise erhält man eine vollständige Dokumentation der pro Zeiteinheit im Anlagebereich der Neutralelektrode in Wärme umgesetzten Energiemenge bzw. der Erwärmung im Anlagebereich, so daß auch am Ende des Behandlungszeitraumes diese Vorgänge exakt überprüft und reproduziert werden können.

Günstig ist es, wenn man das Integrationssignal mit einem Maximalwert vergleicht und bei dessen Überschreiten eine Anzeigeeinrichtung und/oder eine Abschalteinrichtung für den HF-Strom betätigt. Da das Integrationssignal ein Maß für die Erwärmung des Anlagebereiches ist, läßt sich dadurch sicherstellen, daß beim Erreichen einer maximalen Erwärmung in diesem Bereich die Behandlungsperson gewarnt wird oder der HF-Strom vollständig abgeschaltet wird, um eine weitere Erwärmung zu verhindern.

Die angegebene Aufgabe läßt sich durch eine Überwachungsschaltung zur Bestimmung der thermischen Belastung des Gewebes eines Patienten im Anlagebereich einer neutralen Elektrode einer Hochfrequenzbehandlungseinrichtung lösen, die gekennzeichnet ist durch eine Meßeinrichtung zur Bestimmung des über die Neutralelektrode fließenden HF-Stromes, durch eine Quadrateneinheit zur Erzeugung eines dem Quadrat dieses Stromes entsprechenden Signals und durch einen Speicher zur Integration dieses Signals über den gesamten Behandlungszeitraum zur Erzeugung eines Integrationssignales als Maß für die thermische

## Belastung des Gewebes.

Die Größe des über die Neutralelektrode fließenden HF-Stromes kann durch eine Strommeßeinrichtung in der von der Behandlungseinheit zur Neutralelektrode führenden Leitung bestimmt werden. Bei einer abgewandelten Ausführungsform ist vorgesehen, daß diese Bestimmung des über die Neutralelektrode fließenden HF-Stromes indirekt erfolgt, und zwar durch eine Strommeßeinrichtung in der Primärseite des HF-Stromkreises oder aber durch eine Strommeßeinrichtung in der zur Behandlungseinheit führenden Versorgungsleitung.

Es ist dabei vorteilhaft, wenn dem Speicher eine Speicherabflußsteuerung zugeordnet ist, die das Integrationssignal über den gesamten Behandlungszeitraum kontinuierlich reduziert.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann die Speicherabflußsteuerung dabei das Integrationssignal pro Zeiteinheit um einen gleichbleibenden Betrag reduzieren oder aber bevorzugt um einen Betrag, der dem Integrationsignal zu Beginn der Zeiteinheit proportional ist.

Die Überwachungsschaltung kann gemäß einer bevorzugten Ausführungsform durch einen Datenspeicher gekennzeichnet sein, der der Quadriereinheit und/oder dem Speicher zugeordnet ist und der die Größe des dem Quadrat des HF-Stromes entsprechenden Signals und/oder die Größe des Integrationssignals während des Behandlungszeitraumes in bestimmten Zeitabständen speichert.

Weiterhin kann eine Vergleichseinheit vorgesehen sein, die das Integrationssignal mit einem Maximalwert vergleicht und bei dessen Überschreiten eine Anzeigeeinrichtung und/oder eine Abschalteinrichtung für den HF-Strom betätigkt.

Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Die Zeichnung zeigt schematisch eine Überwachungsschaltung zur Bestimmung der thermischen Belastung des Gewebes eines Patienten im Anlagebereich einer Neutralelektrode.

Eine Hochfrequenz-Behandlungseinheit 1 weist zwei Anschlüsse 2, 3 auf. An den ersten Anschluß 2 ist über einen Antifaradisationskondensator 4 ein HF-Behandlungsgerät 5 angeschlossen, beispielsweise eine Hakenelektrode, der zweite Anschluß 3 steht mit einer Neutralelektrode 6 in Verbindung, die großflächig ausgebildet ist und an den Körper eines Patienten 7 flächig angelegt ist, es kann sich dabei um bekannte folienförmige Elektroden handeln.

Bei der Behandlung eines Patienten wird das Behandlungsgerät 5 mit seinem Elektrodenbereich an das zu behandelnde Gewebe des Patienten herangeführt, so daß der Patient 7 in den Hochfrequenzstromkreis eingeschaltet wird, Hochfrequenzstrom fließt dann von der Behandlungseinheit 1 über das Behandlungsgerät 5, die behandelten Gewebebereiche und andere Gewebebereiche des Patienten zu der Neutralelektrode 6 zurück zur Behandlungseinheit 1. Im Behandlungsbereich sollen hohe Stromdichten erreicht werden, da durch Wärmeentwicklung das Gewebe behandelt wird, im Bereich der Neutralelektrode 6 hingegen, in der eine solche Erwärmung vermieden werden soll, wird durch großflächige Ausbildung der Elektroden versucht, die Stromdichte niedrig zu halten.

In die Leitung 8 zwischen Neutralelektrode 6 und Anschluß 3 ist eine Meßeinrichtung 9 zur Messung des Effektiv-HF-Stromes in der Leitung 8 eingeschaltet. Diese erzeugt ein dem Effektivstrom proportionales elektrisches Signal, das über eine Leitung 10 einer Quadriereinheit 11 zugeführt wird. Diese erzeugt ein dem Quadrat des gemessenen effektiven HF-Stromes entsprechendes elektrisches Signal und führt dies über eine Leitung 12 einer Speicherzu-

flußsteuerung 13 zu. Diese wird von einem Zeitgeber 14 über eine Leitung 15 angesteuert und diese bestimmt für einen bestimmten kurzen Zeitraum  $\Delta t$ , der beispielsweise 100 ms betragen kann, einen für diesen kurzen Zeitraum  $\Delta t$  repräsentativen Wert des von der Quadriereinheit 11 gelieferten Signals.

Da sich der Wert des HF-Effektivstroms während der Behandlung stark ändern kann, ist es notwendig, für kleine Zeiteinheiten einen solchen repräsentativen Wert zu bestimmen, dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß im Zeitraum  $\Delta t$  über alle anfallenden Werte des quadrierten HF-Effektivstromes integriert wird, so daß die Speicherzuflußsteuerung ein Signal erzeugt, welches ein Maß für die Energie ist, die im Zeitraum  $\Delta t$  im Bereich der Neutralelektrode 15 in Wärme umgesetzt wird.

Diese Einzelsignale werden über eine Leitung 16 einem integrierenden Speicher 17 zugeführt, der diese pro Zeiteinheit  $\Delta t$  umgesetzten Wärmemengen über den gesamten Behandlungszeitraum auf integriert und somit ein Integrationsignal 20 erzeugt, welches ein Maß für die durch den HF-Strom im Bereich der Neutralelektrode in Wärme umgesetzte Energie bildet.

Der integrierende Speicher 17 ist über eine Leitung 18 mit einer Speicherabflußsteuerung 19 verbunden, die ihrerseits über eine Leitung 20 mit dem Zeitgeber 14 in Verbindung steht. Der Zeitgeber 14 steuert die Speicherabflußsteuerung 19 darunter, daß diese pro Zeiteinheit das Integrationssignal des integrierenden Speichers 17 um einen bestimmten Betrag erniedrigt, dies kann ein für jede Zeiteinheit gleicher Betrag sein, dieser Betrag kann aber auch der jeweiligen Größe des Integrationssignals proportional sein. Diese Reduzierung des Integrationssignals ist ein Maß dafür, wie im Bereich der Neutralelektrode erzeugte Verlustwärme in die Umgebung abgegeben wird, sei es durch Abstrahlung, durch 35 Wärmeleitung über das Körpergewebe oder durch Konvektion in der umgebenden Luft.

Durch die Speicherabflußsteuerung wird also das Integrationssignal korrigiert, so daß es tatsächlich dem Erwärmungsverhalten im Bereich der Neutralelektrode 6 entspricht, so daß ein niedriges Integrationssignal auf eine geringe resultierende Erwärmung hindeutet, ein großes Integrationssignal dagegen auf eine große resultierende Erwärmung.

Das in dieser Weise erzeugte und gegebenenfalls durch die Speicherabflußsteuerung korrigierte Integrationssignal wird über eine Leitung 21 einer Anzeigeeinrichtung 22 zugeführt, in der das Integrationssignal mit einem fest vorgegebenen Maximalsignal verglichen wird. Wenn das Integrationssignal diesen Maximalwert übersteigt, wird die Anzeigeeinrichtung 22 aktiviert, die dann Warnsignale abgibt oder die Behandlungseinheit 1 abschaltet oder in der abgegebenen Leistung reduziert.

Mit dem Ausgang der Speicherzuflußsteuerung 13 und mit dem integrierenden Speicher 17 ist ein Dokumentationsspeicher 23 verbunden, der die von der Speicherzuflußsteuerung dem integrierenden Speicher 17 zugeführten Signale in Abhängigkeit von der Behandlungszeit speichert und der außerdem die jeweilige Größe des im integrierenden Speicher 17 erzeugten Integrationssignals während der Behandlungszeit speichert. Im Dokumentationspeicher ist somit der gesamte Behandlungsablauf nachprüfbar, und zwar einerseits durch die einzelnen pro Zeiteinheit  $\Delta t$  über die Neutralelektrode fließenden Energiepakete und zum anderen hinsichtlich der durch das Integrationssignal repräsentierten Gesamtwärme. Es ist dadurch überprüfbar, ob beispielsweise eine Schädigung des Gewebes im Anlagebereich der Neutralelektrode 6 auf eine zu hohe Erwärmung zurückzuführen ist oder auf andere Effekte, beispielsweise

auf eine Drucknekrose oder auf eine chemische Verätzung.

Die beschriebene Überwachungsschaltung kann auch während der Behandlungspausen weiterbetrieben werden. In dieser Zeit ist der gemessene HF-Strom Null, es werden also über die Speicherzuflussteuerung keine Signale dem integrierenden Speicher 17 zugeführt, die das Integrationssignal erhöhen könnten jedoch wird über die Speicherabflussteuerung weiterhin das Integrationssignal entsprechend der Abkühlung des Anlagebereichs der Neutralelektrode reduziert, so daß damit die wirklichen Verhältnisse im Anlagebereich reproduziert werden. Wenn nach einer längeren Behandlungspause erneut behandelt wird, ist der Anlagebereich abgekühlt, und dies spiegelt sich darin wider, daß das Integrationssignal im integrierenden Speicher 17 einen Minimalwert erreicht hat, der von der Speicherabflussteuerung nicht weiter erniedrigt werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der thermischen Belastung des Gewebes eines Patienten im Anlagebereich einer Neutralelektrode einer Hochfrequenzbehandlungseinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß man den über die Neutralelektrode fließenden HF-Strom mißt, ein dem Quadrat dieses Stromes entsprechendes Signal erzeugt, dieses Signal während der gesamten Behandlungsdauer einem Integrator zu führt und aufintegriert und das erzeugte Integrationssignal als Maß für die thermische Belastung des Gewebes verwendet. 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man den über die Neutralelektrode fließenden HF-Strom durch eine direkte Strommessung in der von der Hochfrequenzbehandlungseinrichtung zur Neutralelektrode führenden Leitung bestimmt. 30
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man den über die Neutralelektrode fließenden HF-Strom auf indirekte Weise durch eine primärseitige Strommessung in der Hochfrequenzbehandlungseinrichtung bestimmt. 35
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man den über die Neutralelektrode fließenden HF-Strom indirekt durch eine Messung des zur Hochfrequenzbehandlungseinrichtung fließenden Versorgungsstromes bestimmt. 40
5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man das Integrationssignal über den gesamten Behandlungszeitraum kontinuierlich reduziert. 45
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man das Integrationssignal über den gesamten Behandlungszeitraum pro Zeiteinheit um einen gleichbleibenden Betrag reduziert. 50
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man das Integrationssignal über den gesamten Behandlungszeitraum pro Zeiteinheit um einen Betrag reduziert, der dem Integrationssignal zu Beginn der Zeiteinheit proportional ist. 55
8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man die Größe des dem Quadrat des HF-Stromes entsprechenden Signals und/oder die Größe des Integrationssignals während des Behandlungszeitraumes einem Datenspeicher zuführt und in bestimmten Zeitabständen speichert. 60
9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man das Integrationssignal mit einem Maximalwert vergleicht und bei dessen Überschreiten eine Anzeigeeinrichtung und/oder eine Abschalteinrichtung für den HF-Strom betätigt. 65

tigt.

10. Überwachungsschaltung zur Bestimmung der thermischen Belastung des Gewebes eines Patienten im Anlagebereich einer Neutralelektrode einer Hochfrequenzbehandlungseinrichtung, gekennzeichnet durch eine Meßeinrichtung (9) zur Bestimmung des über die Neutralelektrode (6) fließenden HF-Stromes, durch eine Quadriereinheit (11) zur Erzeugung eines dem Quadrat dieses Stromes entsprechenden Signals, durch einen Speicher (17) zur Integration dieses Signals über den gesamten Behandlungszeitraum zur Erzeugung eines Integrationssignals als Maß für die thermische Belastung des Gewebes.

11. Überwachungsschaltung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (9) eine Strommeßeinrichtung ist, die in die Leitung (8) zwischen Neutralelektrode (6) und Behandlungseinheit (1) eingeschaltet ist.

12. Schaltung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung zur Bestimmung des über die Neutralelektrode (6) fließenden HF-Stromes eine direkte Meßeinrichtung ist, die den primärseitig in der Hochfrequenz-Behandlungseinheit (1) fließenden Strom bestimmt.

13. Schaltung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung zur Bestimmung des über die Neutralelektrode (6) fließenden HF-Stromes durch eine indirekte Strommeßeinrichtung gebildet wird, die in die Stromversorgungsleitung der Hochfrequenz-Behandlungseinheit (1) eingeschaltet ist.

14. Schaltung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß dem Speicher (17) eine Speicherabflussteuerung (19) zugeordnet ist, die das Integrationssignal über den gesamten Behandlungszeitraum kontinuierlich reduziert.

15. Schaltung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherabflussteuerung (19) das Integrationssignal pro Zeiteinheit um einen gleichbleibenden Betrag reduziert.

16. Schaltung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherabflussteuerung (19) das Integrationssignal pro Zeiteinheit um einen Betrag reduziert, der dem Integrationssignal zu Beginn der Zeiteinheit proportional ist.

17. Schaltung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, gekennzeichnet durch einen Datenspeicher (23), der der Quadriereinheit (11) und/oder dem Speicher (17) zugeordnet ist und der die Größe des dem Quadrat des HF-Stromes entsprechenden Signals und/oder die Größe des Integrationssignals während des Behandlungszeitraumes in bestimmten Zeitabständen speichert.

18. Schaltung nach einem der Ansprüche 12 bis 17, gekennzeichnet durch eine Vergleichseinheit (22), die das Integrationssignal mit einem Maximalwert vergleicht und bei dessen Überschreiten eine Anzeigeeinrichtung und/oder eine Abschalteinrichtung für den HF-Strom betätig.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

